บทที่ 5

ความเที่ยงตรงของการวัดแรงบิด

5.1 ตัวแปรที่มีผลต่อความเที่ยงตรงในการวัดแรงบิด

ตัวแปรที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการวัดแรงบิด จะพิจารณาได้จากสมการที่ใช้คำนวณหาค่าแรงบิด

$$T = (F_i \times r) + \left(k \times \theta \times \frac{\pi}{180} \times r^2 \right) \qquad (4.5)$$

จะเห็นว่า ตัวแปรที่มีผลต่อความถูกต้องของแรงบิดมีอยู่ 2 ตัว คือ θ , k ความผิดพลาดที่เกิดจากตัวแปรแต่ละตัว สามารถอธิบายได้ดังนี้

1). ความผิดพลาดจากตัวแปร θ

ตัวแปร θ หรือ มุมหมุนของรอก จะสัมพันธ์กับตำแหน่งของแผ่นจานเข้ารหัส ความละเอียดตำแหน่งของจานเข้ารหัสก็จะขึ้นกับจำนวนบิทของตัวเข้ารหัส ถ้ามีจำนวนบิทมาก ความละเอียดตำแหน่งก็จะมาก ทำให้การวัดมุมมีความถูกต้องมากขึ้น หากตัวเข้ารหัสมีจำนวนบิทน้อย การวัดมุมก็จะมีความถูกต้องน้อยลง ดังแสดงในตารางที่ 5.1

จำนวนบิท	มุมในหน่วยเรเดียน	มุมในหน่วยองศา
1	3.1415	180
2	1.5707	90
4	0.3927	22.5
6	0.0981	5.625
8	0.02454	1.4063
10	0.00614	0.3516
12	0.001534	0.08789
16	0.000096	0.00549

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าความละเอียดของตัวเข้ารหัสเป็นระบบดิจิตอลตลอด 360 องศา

ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้ตัวเข้ารหัสที่มีจำนวนบิทเท่ากับ 10 บิท ทำให้มีความละเอียดในการวัดมุม 0.351 องศา หากต้องการเพิ่มจำนวนบิทให้มากกว่านี้ ทำได้โดยเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจานเข้ารหัสให้ใหญ่ขึ้น เพื่อเพิ่มความกว้างของแถบรหัสที่บิทนอกสุด เพราะไม่เช่นนั้นแล้วความกว้างช่องสลิทของแผ่นกันแสงจะโตกว่าความกว้างของแถบรหัสที่บิทนอกสุด ส่งผลให้เซนเซอร์ไม่สามารถแยกสถานะ 1 หรือ 0 ได้ แต่ทั้งนี้ก็ต้องพิจารณาถึงความหนาของแผ่นพลาสติกด้วย ไม่ให้บางเกินไป จนเกิดการบิดเบี้ยวไปมาได้ในระหว่างที่หมุน

รอก		สปริง		รอก / สปริง
มุม(องศา)	ระยะยืด(mm)	ความยาวสปริง(mm)	ระยะยืด(mm)	ความแตกต่าง(mm)
0	0	205.0	0.0	0.00
3.8	7.60	212.5	7.5	0.10
8.0	16.01	221.1	16.1	0.09
12.2	24.42	229.4	24.4	0.02
15.4	30.83	236.0	31.0	0.17
19.3	38.63	243.3	38.3	0.33
22.8	45.64	250.3	45.3	0.34
26.6	53.25	258.1	53.1	0.15
31.2	62.46	267.0	62.0	0.46
34.3	68.66	273.9	68.9	0.24
37.2	74.47	279.6	74.6	0.13
40.3	80.67	285.0	80.0	0.67
42.8	85.68	290.6	85.6	0.08

ตารางที่ 5.2 ข้อมูลแสดงระยะยืดที่คิดจากมุมหมุนของรอกกับระยะยืดจริงของสปริง

2). ความผิดพลาดจากตัวแปร k

ความผิดพลาดที่เกิดจากตัวแปร k คือความไม่คงที่หรือความไม่เป็นเชิงเส้นของค่าคงที่ของสปริง ทำให้ค่าคงที่สปริงที่โปรแกรมไว้เพื่อใช้ในการคำนวณกับค่าคงที่สปริงแท้จริงไม่ตรงกัน จึงต้องมีการทดสอบหาค่าคงที่ของสปริงจาก Tensometer และเลือกใช้งานสปริงที่มีความเป็นเชิงเส้นมากที่สุด จากตารางที่ 4.2 - 4.15 แสดงให้เห็นถึงผลการทดสอบค่าคงที่ของสปริงตัวที่นำมาใช้งานจริง พบว่า ค่าคงที่ของสปริงในช่วงเพิ่มโหลดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.862 N/mm และค่าคงที่ของสปริงในช่วงลดโหลดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.856 N/mm มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 4.859 N/mm โดยในช่วงเพิ่มโหลดมีค่าแตกต่างมากที่สุดระหว่างค่าคงที่สปริงที่น้ำหนักต่างๆกับค่าคงที่สปริงเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 0.196 N/mm ที่น้ำหนัก 0 – 10 kg คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 4.2% และในช่วงลดโหลดมีค่าแตกต่างมากที่สุด เท่ากับ 0.382 N/mm ที่น้ำหนัก 40 – 50 kg คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 8.53%

5.2 การคำนวณหาค่าความผิดพลาดมากที่สุดที่เกิดจากตัวแปร k และ θ

1). ความผิดพลาดจากตัวแปร k

ในการหาค่าความผิดพลาดมากที่สุดที่เกิดจากตัวแปร k จะหาได้จากความแตกต่างระหว่างค่าคงที่สปริงเฉลี่ยที่น้ำหนักต่างๆในช่วงการเพิ่มโหลดกับค่าคงที่สปริงที่ใช้ในการคำนวณหรือค่าคงที่สปริงเฉลี่ยรวมทั้งหมด จากตารางที่ 5.3 แสดงให้เห็นว่าที่โหลด 0-10 kg มีความแตกต่างของค่าคงที่สปริงมากที่สุดเท่ากับ 0.193 N/mm เพราะฉะนั้นที่ระยะยืดสปริง 20 mm จะทำให้มีความผิดพลาดของน้ำหนักเท่ากับ

$$\frac{0.193 \times 20}{9.81} = 0.39 \text{ kg}$$

นั่นคือความผิดพลาดของน้ำหนักที่เกิดจากตัวแปร k มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.39 kg ในช่วงน้ำหนัก 0-10 kg

น้ำหนัก (kg)	k เฉลี่ย (N/mm)	k โปรแกรม (N/mm)	k โปรแกรม - k เฉลี่ย (N/mm)
0	-	-	-
10	4.666	4.859	0.193
20	4.912	4.859	0.053
30	4.891	4.859	0.032
40	4.923	4.859	0.064
50	4.916	4.859	0.057

ตารางที่ 5.3 แสดงความแตกต่างของค่าคงที่สปริงเฉลี่ยที่น้ำหนักต่างๆในช่วงการเพิ่มโหลดกับค่าคงที่สปริงที่ใช้ในการคำนวณ

2). ความผิดพลาดที่เกิดจากตัวแปร θ

เนื่องจากตัวเข้ารหัสมีความละเอียดในการวัดมุม 0.35 องศา ทำให้มีความผิดพลาดในการคำนวณระยะยืดสปริงเท่ากับ $0.35 \times \pi/180 \times 114.7 = 0.7$ mm ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 5.2 ความแตกต่างระหว่างระยะยืดที่คิดจากมุมของรอกกับระยะยืดจริงของสปริงมีค่าต่างกันไม่เกิน 0.7 mm เมื่อคิดความผิดพลาดเป็นน้ำหนัก จะได้เท่ากับ

$$\frac{0.7 \times 4.859}{9.81} = 0.34 \text{ kg}$$

นั่นคือความผิดพลาดของน้ำหนักที่เกิดจากตัวแปร θ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.34 kg

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 การเปรียบเทียบผลระหว่างเครื่องมือวัดแรงบิดกับลูกตุ้มน้ำหนัก

การที่จะทราบได้ว่าผลการวัดแรงบิดของเครื่องมือวัดแรงบิดมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด ต้องนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับผลของวิธีการวัดแบบมาตรฐาน ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้วิธีการถ่วงด้วยลูกตุ้มน้ำหนักมาทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผล จากการทดสอบที่โหลดประมาณ 16 kg พบว่า เครื่องมือวัดสามารถวัดแรงบิดได้ 18.073 N.m คิดเป็นน้ำหนัก 16.06 kg ในขณะที่น้ำหนักของลูกตุ้มน้ำหนักที่ใช้ถ่วงเท่ากับ 16.25 kg มีความแตกต่างของน้ำหนักระหว่างทั้งสองวิธี 0.19 kg คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เท่ากับ 1.2% และเนื่องจากสปริงมีคุณสมบัติความเป็นเชิงเส้น จึงสรุปได้ว่า การเปรียบเทียบผลระหว่างเครื่องมือวัดกับลูกตุ้มน้ำหนักมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเท่ากับ 1.2%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย